

Ciclos Econômicos e Métodos de Filtragem: “Fatos Estilizados” para o Caso Brasileiro

Vladimir Kühl Teles^a, Paulo Springer^b,
Michel Gomes^c, Nelson Paes^d, André Cavalcanti^e

^aFundação Getúlio Vargas (EESP/FGV-SP),

^{b,c}Banco Central do Brasil,

^{d,e}Universidade de Brasília (UnB)

Resumo

O presente trabalho examina as propriedades dos ciclos de negócios de um pequeno conjunto de séries trimestrais brasileiras usando uma variedade de métodos de filtragem. É demonstrado que, tanto quantitativamente quanto qualitativamente, “fatos estilizados” dos ciclos de negócios brasileiros variam incisivamente entre filtros distintos. Ademais, simulações são providas a partir de modelos dinâmicos de equilíbrio geral de Hansen e Prescott (1995) e de Hansen (1985) (os modelos RBC padrão e com trabalho indivisível) e a fim de comparar os fatos das economias artificiais com os da economia real. Implicações e sugestões para a prática macroeconômica corrente são providas.

Palavras-chave: Ciclos de Negócios, Métodos de Filtragem, Calibração

Classificação JEL: B41, E32

Abstract

The paper examines the business cycle properties of a small set of real Brazilian macroeconomic time series using a variety of detrending methods. It is shown that both quantitatively and qualitatively “stylized facts” of Brazilian business cycle vary widely across detrending methods and that alternative detrending filters extract different types of information from the data. The paper also provides simulations of the Hansen and Prescott’s (1995) and Hansen’s (1985) dynamic general equilibrium models (the standard RBC model and the Indivisible Labor Model) and tries to match the facts of the artificial economy with those of the real economy. Implications and suggestions for current macroeconomic practice are provided.

1 Introdução

Seguindo o sucesso recente da abordagem de Ciclos Reais de Negócios para gerar dados artificiais sobre ciclos econômicos (ver e.g. Kydland e Prescott (1982) e Long e Plosser (1983)), diversos estudos empíricos têm sido conduzidos com o objetivo de apresentar *fatos estilizados* dos ciclos econômicos. Tais estudos empíricos recentes incluem o artigo influente de Kydland e Prescott (1990) para os Estados Unidos, Blackburn e Ravn (1992) para o Reino Unido, Englund et alii (1992) para a Suécia, Fiorito e Kollintzas (1994) para os países do G7, e Christodoulakis et alii (1995) para a Comunidade Européia. No

* Os autores agradecem o fomento do programa de pós-graduação do Banco Central do Brasil, bem como o auxílio financeiro dado pelo CNPq. As opiniões constantes do artigo não são necessariamente as do Banco Central ou de seus membros. *Email address:* vkteles@fgvsp.br (Vladimir Kühl Teles).

Brasil tal abordagem parece ganhar espaço a partir de trabalhos como Ellery et alii (2000) e Val e Ferreira (2002).

Para realizar tais estudos o pesquisador é confrontado com o problema estatístico de como deve-se extrair o componente cíclico, uma vez que os agregados macroeconômicos estão ao mesmo tempo crescendo e flutuando. A idéia tradicional era assumir que os componentes cíclico e tendencial da série poderiam ser estudados separadamente, uma vez que os mecanismos econômicos dispostos para o curto e o longo prazo eram bem distintos. Assim, as flutuações do produto eram vistas como desvios temporários de uma tendência determinística suave, que representava o produto potencial.

A falha de Nelson e Plosser (1982) de rejeitar a hipótese de raiz unitária em diversas séries macroeconômicas alterou tal visão tradicional. Nesse sentido, a existência de uma raiz unitária nas séries temporais implicariam que uma grande fração dos choques estocásticos ao produto não desfaleceriam. Cada choque poderia ter um efeito permanente sobre as séries, de forma que para uma raiz unitária pura, todas as flutuações iriam representar alterações permanentes na tendência. Nelson e Kang (1981) emprestaram tal criticismo para a visão tradicional dos ciclos econômicos, mostrando que se detendenciarmos dados gerados por um caminho aleatório, iremos inferir ciclos espúrios dos dados.

No artigo tradicional de Kydland e Prescott (1990), o componente cíclico é isolado pela utilização de um procedimento de filtragem que extrai a tendência estocástica que se move suavemente ao longo do tempo (o filtro Hodrick-Prescott (HP)). Entretanto, embora tal método seja estocástico por natureza, a “suavidade” do componente tendencial tem de ser determinado a priori, de forma que tal metodologia é essencialmente sujeita a crítica de Nelson e Kang. Tal “fragilidade” do filtro HP é comprovada

apropriadamente por Cogley e Nason (1995), que demonstram que a aplicação de tal filtro a um processo não estacionário pode criar um comportamento cíclico espúrio.

O presente trabalho tem como principal objetivo a observação dos “fatos estilizados” dos ciclos da economia brasileira a partir de diversos métodos de filtragem, de forma a se comparar os resultados destes com o método sugerido por Hodrick e Prescott (1980) e com métodos alternativos.

Dentro desse objetivo, o trabalho se divide em duas partes centrais. A primeira refere-se à comparação de estatísticas descritivas obtidas a partir das séries filtradas a partir de cada método alternativo. Nesse respeito se enfatiza a construção de um VAR aplicado a partir de agregados macroeconômicos com o intuito de observar se as respostas do produto a impulsos em tais variáveis, fundamentalmente sobre a produtividade da economia, apresentam um comportamento homogêneo independentemente do filtro utilizado ou não.

A segunda etapa do trabalho consiste em gerar séries artificiais calibradas de acordo com parâmetros fundamentados na economia brasileira, a partir dos modelos RBC padrão e com trabalho indivisível e aplicar a estas diversos métodos de filtragem, bem como aos dados reais brasileiros, e conduzir, a partir de então, um teste estatístico com o fito de verificar se a aderência dos modelos de ciclos reais à realidade varia de acordo com o filtro utilizado. Para tanto, uma estatística de aderência é sugerida pelo trabalho, juntamente com a sua distribuição de probabilidade.

Dessa forma, o presente trabalho está dividido em quatro seções além desta: a próxima seção apresenta o modelo padrão da escola RBC, a terceira seção traz aspectos relacionados com a metodologia a ser adotada, englobando uma discussão a respeito

da utilização de diferentes filtros de séries para caracterização de ciclos, tendo como referência o filtro Hodrick-Prescott (HP), amplamente aplicado no tratamento de séries temporais nos modelos de RBC, na quarta seção mostra-se uma aplicação de um modelo padrão para o caso brasileiro bem como os resultados obtidos, e, por fim, na última seção são delineados os comentários finais.

2 O Arcabouço Teórico

Nesta seção apresentamos sucintamente dois modelos teóricos que são referências comuns na literatura de RBC, quais sejam, o modelo padrão e a extensão de Hansen (1985) com a introdução de indivisibilidade do trabalho. Esses modelos servirão de base para a avaliação da aderência das séries da economia artificial com relação às da economia real quando da utilização de filtros distintos¹.

2.1 O modelo RBC padrão

Nesse modelo, os agentes representativos são homogêneos e têm horizonte temporal de decisão infinito. Admite-se que cada agente possui inicialmente uma unidade de tempo que pode ser alocada entre atividades mercantis (ht) e em outros usos (lt), e que o conjunto de agentes possui k_t unidades de capital produtivo que se deprecia a uma taxa constante δ .

As unidades familiares, por hipótese, extraem utilidade do con-

¹ Para efeitos de comparação, os modelos foram calibrados de acordo com os parâmetros da economia brasileira.

sumo (c_t) e do lazer (l_t) de acordo com a função utilidade $U(c_t, l_t) = \log(c_t) + a \log(1 - h_t)$. Estes agentes ordenam seus processos estocásticos do consumo de acordo com $E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, l_t)$, $0 < \beta < 1$ onde β é a taxa de desconto intertemporal.

O modelo é descrito sob condições em que as alocações de equilíbrio competitivo são idênticas às alocações ótimas escolhidas por um planejador social benevolente cujo objetivo seja maximizar o bem-estar do agente representativo. Estas condições são essencialmente as suposições de que os mercados são completos e que não existem externalidades ou impostos distorcivos. O problema de maximização do planejador social é então:

$$\max E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\log(c_t) + a \log(1 - h_t)] \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{s.a.} \quad & y_t = c_t + i_t = e^{z_t} k_t^\theta h_t^{1-\theta} \\ & k_{t+1} = (1 - \delta) k_t + i_t \\ & z_{t+1} = \rho z_t + \varepsilon_{t+1} \\ & \text{e } k_0 > 0 \text{ e } z_0 > 0 \text{ dados.} \end{aligned}$$

A produção da economia é livremente alocada em consumo e investimento. θ é o *share* do capital sobre o produto e k_t o estoque de capital. A variável z representa um choque estocástico tecnológico que é conhecido no início do período e segue um processo de Markov linear de primeira ordem, onde os ε_j são variáveis aleatórias independentemente e identicamente distribuídas com variância σ_ε^2 e média zero.

A partir da formulação de Bellman e tendo em vista que as variáveis de controle são as horas trabalhadas e o investimento, e as variáveis de estado são o estoque de capital, endógena, e o choque tecnológico z , exógena, chega-se aos valores de *steady*

state das horas trabalhadas, h^* , e do investimento, i^* , (e por conseguinte k^*) exclusivamente em função dos parâmetros do problema²:

$$h^* = \frac{(1 - \theta) A}{(a + 1) A - \theta (A + \delta a)} \quad (2)$$

e

$$i^* = \delta A^{1/\theta-1} \frac{(1 - \theta) A}{(a + 1) A - \theta (A + \delta a)} \quad (3)$$

onde $A = \frac{1}{\beta} - 1 + \delta$ é definido apenas para efeito de simplificação da apresentação.

2.2 Modelo com trabalho indivisível

Tanto Hansen (1985) como Hansen e Prescott (1995) apresentam sofisticações do modelo RBC padrão, entre elas a introdução de indivisibilidade do trabalho. A estrutura do modelo é essencialmente a mesma. A alteração se dá na função utilidade que toma a forma $U(c_t, l_t) = u(c_t) + g(l_t)$ onde l_t só pode assumir dois valores: $1 - h_0$ ou 1, correspondendo a trabalhar h_0 horas ou não trabalhar, respectivamente. O emprego é dado por loterias que especificam a probabilidade de se estar trabalhando ou não. Dada a probabilidade α de se estar trabalhando a utilidade esperada do agente é dada por $E(U(c_t, l_t)) = u(c_t) + \alpha g(1 - h_0) + (1 - \alpha)g(1)$. Como existe um contínuo de agentes idênticos, em equilíbrio a fração de agentes que trabalha é exatamente igual a α , o que implica que o total de horas trabalhadas é $h = \alpha h_0$.

A condição de primeira ordem relativa a i e a condição de envelope são exatamente as mesmas do modelo anterior, assim, i^* permanece o mesmo, modificando-se apenas h^* .

² Para tanto, derivam-se as condições de primeira ordem e impõem-se as condições de *steady state* de que $z^* = 1$, $k' = k = k^*$ e $i^* = \delta k^*$.

Após as simplificações necessárias, chegamos à expressão:

$$h^* = \frac{(1 - \theta)(1/\beta - 1 + \delta)}{\phi(1/\beta - 1 + \delta - \delta\theta)} \quad (4)$$

Hansen (1985) apresenta resultados que indicam que a introdução de indivisibilidade do trabalho aumenta a volatilidade das séries geradas, em comparação com as séries obtidas no modelo com trabalho divisível. Em compensação, as correlações entre as variáveis e produto obtidas a partir do modelo com trabalho indivisível são mais próximas do comportamento da economia real do que no modelo padrão.

3 Métodos de Filtragem

Desde o trabalho influente de Hodrick e Prescott (1980), tem sido comum a caracterização das variáveis macroeconômicas sobre ciclos através da utilização de diversas estatísticas a fim de sumarizar os fatos dos ciclos de negócios. Tal compilação torna-se importante para fornecer um “resumo” dos complexos movimentos das variáveis durante os ciclos econômicos além de prover um conjunto de valores capazes de fundamentar uma avaliação de modelos teóricos.

Entretanto, o exame empírico dos ciclos depende crucialmente do processo de filtragem da série. Tal processo encontra um primeiro problema na própria definição de tendência, que não é consensual. Nesse sentido, diferentes definições alternativas de tendência têm sido dadas como, por exemplo, Nelson e Plosser (1982), Beveridge e Nelson (1981), Watson (1986), Hamilton (1989) e Quah (1992). Assim sendo, ao examinarmos as estatísticas fornecidas pelas diversas definições de ciclo encontraremos “fatos estilizados” diferentes, e, muitas vezes, contra-

ditórios, sobre o comportamento dos diferentes agregados econômicos durante um ciclo. Uma consequência eminente desta contradição é um questionamento natural da robustez de certos “fatos” apresentados pela literatura econômica recente. De fato, como Singleton (1988), p. 372, observa, “os fatos estilizados motivando especificações recentes dos modelos de ciclos de negócios podem ter sido distorcidos por procedimentos de pré-filtragem”³.

Outro problema vislumbrado pelos processos de filtragem das séries toma forma pelo padrão de “mensuração sem teoria”. Nesse sentido, a teoria econômica não tem indicado o tipo de tendência que as séries precisam apresentar, uma vez que a relação entre as flutuações e a tendência não parece estar explícita pela literatura econômica. Nesse sentido, Dellas (1993), por exemplo, argumenta que a tendência e o ciclo interagem de forma não-trivial, e Blanchard e Quah (1989) argumentam que alguns choques podem ter efeitos apenas no curto-prazo, enquanto que outros podem ter efeitos de longo-prazo. De forma que o componente de longo prazo pode ser tanto determinístico como estocástico, podendo ou não estar relacionado com o ciclo. Tais problemas podem levar, muitas vezes a uma escolha da forma de decomposição das séries um tanto quanto arbitrária, à medida que as relações entre ciclo e tendência podem ser desconhecidas.

Dessa forma, um dos objetivos da presente seção é a comparação de diversos tipos de filtros ao analisar-se os fatos estilizados da economia brasileira, investigando sobre a robustez destes. Nesse sentido, diversos trabalhos antecedem este tipo de análise para a economia americana, como, por exemplo, Baxter e Stockman (1989), Baxter (1991), King e Rebelo (1993), Harvey e Jaeger (1993), Cogley e Nason (1995) e Canova (1998). A análise divide-

³ Tradução livre.

se em duas etapas, a primeira consiste em uma breve apresentação dos sete procedimentos de filtragem a serem comparados, e a segunda, a ser apresentada na seção 4, consiste na observação do comportamento dos componentes cíclicos.

3.1 Filtro a partir da ordem de integração da série (PD)

Esse filtro parte do pressuposto de que o componente cíclico é a parte estacionarizada da série, de forma que, ao verificar a ordem de integração da série faz-se a ordem de diferença, onde o resultado da diferença é o componente cíclico da série. Assim, supondo uma série integrada de ordem 1 temos que y_t pode ser representado por,

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

onde a tendência é definida como $x_{t=y_{t-1}}$ e uma estimação de c_t é dada por $\hat{c}_t = Y_t - y_{t-1}$.

3.2 Tendência linear média (TLM)

Seguindo o modelo neoclássico padrão, King et alii (1988) observou que, de acordo com a teoria, todas as variáveis da economia crescem à mesma taxa constante, a taxa de progresso técnico somada à taxa de crescimento da força de trabalho, de forma que para construir a tendência da economia deve-se aplicar a equação (6) a cada variável e, em seguida, calcular a média das taxas de crescimento das variáveis escolhidas, de forma que esta será a taxa de crescimento dos agregados econômicos.

$$x_t = x_0 + \beta t x_0 \quad (6)$$

Ao realizar esse processo para a economia brasileira para PIB, Capital e Consumo no período 1991.I-2001.IV encontramos que a

taxa de crescimento por trimestre desses agregados que deve ser constante e única foi de 0,88%, apresentando um valor muito próximo à estimada para a economia americana por Canova (1998) (0,7%) e superior à estimada para a economia americana por King et alii (1988) (0,4%), devido à desconsideração do capital físico por este último. Nesse sentido, considerando que a taxa trimestral de crescimento da mão de obra neste período foi de 0,37%, pode-se concluir que a taxa de crescimento trimestral do progresso técnico no período foi de 0,51%. Assim, os valores das taxas utilizadas para o presente filtro são destacadas na tabela 1 a seguir.

Tabela 1

Taxas de crescimento a serem usadas pela TLM

Variáveis(<i>i</i>)	β_i
Produto	0.88%
Consumo	0.88%
Investimento	0.88%
Trabalho	0.37%
Capital	0.88%
Produtividade	0.51%

3.3 Filtro de Hodrick e Prescott (1980) (HP)

O filtro HP busca extrair a tendência, que é considerada estocástica, mas com variações suaves ao longo do tempo e não-correlacionadas com o ciclo, através da minimização da seguinte expressão,

$$\min_{\{x_t\}_{t=1}^T} \left[\sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=2}^T ((x_{t+1} - x_t) - (x_t - x_{t-1})) \right]^2, \lambda > 0 \quad (7)$$

onde T é o tamanho da amostra e λ é um parâmetro que penaliza a variabilidade da tendência. O valor sugerido deste parâmetro por Hodrick e Prescott para dados trimestrais é $\lambda = 1600$, que será o valor a ser seguido aqui, embora Nelson e Plosser (1982) demonstrem que este valor não é ótimo para a maioria das séries examinadas por estes, de forma que a utilização deste parâmetro implica que muito da variabilidade que é atribuída do filtro ao componente cíclico, é, de fato, parte da tendência.

3.4 *Ruído branco (RB)*

O processo de decomposição da série é feito através de um branqueamento das séries a partir de um processo ARIMA, onde o ruído branco resultante é o componente cíclico da série por ser a única parte da série que não compreende nenhuma correlação com observações passadas, ou seja, é a parte da série que não pode ser prevista. Tal método de filtragem tornou-se bastante “popular” entre os economistas a partir de sua utilização por Blanchard e Fisher (1989).

3.5 *Filtro de Beveridge e Nelson (1981) (BN)*

A decomposição de Beveridge e Nelson (1981) caracteriza uma série não estacionária como sendo formada por componentes permanentes e transitórios, ambos estocásticos. O componente permanente é um caminho aleatório com desvio (*random walk plus drift*) e o componente cíclico é estacionário com média zero.

A idéia é selecionar o melhor modelo ARMA(p, q) que se ajuste à primeira diferença da série, estimar as previsões s -passos à

frente⁴ e a partir daí construir a tendência. O componente irregular é obtido subtraindo-se a tendência da série original. Assim, a tendência e o ciclo são perfeitamente negativamente correlacionados.

3.6 Filtros *Band-Pass*

Um filtro do tipo *Band-pass* é uma transformação linear aplicada aos dados de forma tal a isolar os componentes de uma série de tempo que se situam dentro de uma determinada frequência. Portanto, pode-se pensar nos componentes cíclicos de interesse como sendo aqueles isolados dentro da frequência desejada.

Entretanto, o filtro ideal necessita de um número infinito de observações. A fim de superar este empecilho, usam-se aproximações de ordem finita para o filtro ideal. No presente trabalho utilizamos duas versões: a de Baxter e King (1995) (BP-BK) e Christiano e Fitzgerald (1999) (BP-C). Em ambos foi utilizada a periodicidade padrão para ciclos, ou seja, de 1,5 a 8 anos. Ressalta-se, entretanto, que o filtro HP também pode ser visto como um filtro *band-pass* quando se refere a periodicidade trimestrais ($\lambda = 1600$), com a duração do ciclo de até 8 anos⁵.

Christiano e Fitzgerald (1999) argumentam que o filtro de Baxter e King (1995) pode ser visto como um caso especial no qual o filtro é simétrico e com defasagens fixas⁶. De acordo com os autores, o filtro por eles gerado apresenta uma performance superior relativamente ao Hodrick-Prescott e ao Baxter e King no que tange à aproximação do resultado de um filtro ideal.

⁴ Os autores selecionaram $s = 100$ como uma aproximação.

⁵ Christiano e Fitzgerald (1999), pág. 27.

⁶ Christiano e Fitzgerald (1999), pág. 18.

4 A Análise dos Resultados

4.1 A comparação entre os métodos de filtragem

A fim de sumarizar o comportamento dos componentes cíclicos dos dados são reportadas aqui estatísticas úteis para a comparação do comportamento dos ciclos por cada filtro, usando como base dados trimestrais de produto, consumo, capital, investimento, trabalho e produtividade, de 1991.I a 2001.IV fornecidas pelo IBGE⁷. Dessa forma, a Tabela 2 apresenta as correlações das séries geradas por cada filtro com relação ao filtro HP, enquanto que a Tabela 3 apresenta o desvio padrão de cada série em relação ao desvio padrão da série de produto. As Tabelas 4 e 5 apresentam as estatísticas de curtose e assimetria, respectivamente, das séries com relação a cada filtro. Por fim a Tabela 6 apresenta estatísticas descritivas de ciclos gerados por um choque de um desvio-padrão em cada variável, obtidas a partir da função impulso-resposta de um sistema de vetores autorregressivos (VAR) estimado com as séries obtidas a partir de cada filtro.

Conforme será discutido na próxima seção, a conclusão se determinada variável antecede ou sucede o ciclo do produto depende do tipo de filtro utilizado. A Tabela 2 mostra que a correlação entre as séries geradas por diferentes filtros com aquela obtida a partir do filtro HP pode ser bastante baixa, como no caso de produtividade, ou média, como no caso da série do produto.

Os ciclos extraídos a partir dos filtros TLM, BP-BK e BP-C foram os que apresentaram as maiores correlações. No caso do

⁷ A fim de se trabalhar com maior confiança com as séries estas foram dessazonalizadas.

Tabela 2

Correlações com as séries obtidas usando o filtro HP

	PD	RB	TLM	BN	BP-BK	BP-C
Produto	0.48	0.44	0.95	0.16	0.98	0.81
Consumo	0.47	0.49	0.91	0.11	0.99	0.82
Investimento	0.55	0.55	0.63	-0.21	0.98	0.63
Capital	0.45	0.50	0.77	0.11	0.98	0.86
Trabalho	0.32	0.32	0.99	-0.46	0.96	0.95
Produtividade	0.17	0.00	0.61	0.59	0.99	0.98

BP-BK e BP-C as elevadas correlações reforçam a interpretação do HP como um filtro *Band Pass*; assim, no que tange à correlação contemporânea, os três filtros *Band Pass* geram ciclos semelhantes.

A baixa correlação do RB pode ser vista como resultando do fato de que o filtro RB, por construção, gera séries não auto-correlacionadas. Assim, o hiato do produto (ou de qualquer outra variável) obtido a partir do filtro RB será não correlacionado com o hiato observado nos períodos anteriores. Assim, quanto maior a dependência de uma variável com seus valores passados, pior deve ser a correlação de um ciclo gerado pelo filtro RB e pelo filtro HP. Isso pode explicar a baixa correlação entre as séries de produtividade extraídas a partir de um filtro RB e de um filtro HP, já que o valor do coeficiente auto-regressivo estimado para a produtividade era acima de 0,90.

De qualquer forma é possível observar que as correlações cruzadas dos componentes cíclicos são extremamente sensíveis ao método de filtragem das séries. Tal fato se torna necessariamente um problema para a observação do comportamento dos ciclos econômicos, uma vez que as correlações entre as variáveis

sugeridas pela teoria e o produto passam a depender do método de filtragem, o que irá implicar em última instância, que a utilização de métodos de filtragem distintos podem levar a “fatos estilizados” das flutuações econômica não apenas distintos, como também contraditórios.

Uma observação adicional no que se refere às correlações sugeridas pelos filtros é que as correlações do consumo, do investimento e do capital, com relação ao produto, são significativamente maiores ao se utilizar os filtros *Band Pass* do que quando utilizam-se os outros métodos de filtragem analisados, como pode ser observado na Tabela 7 em anexo.

Tabela 3

Desvios-padrão

	Consumo (% do Produto)	Investimento (% do Produto)	Capital (% do Produto)	Produtividade (% do Produto)	Trabalho (% do Produto)
HP	1.27	2.89	0.31	6.03	0.08
RB	1.49	0.88	6.72	1.90	0.14
PD	1.32	3.32	0.25	3.21	0.10
TLM	1.38	5.82	0.17	10.28	0.10
BN	2.37	9.21	4.78	15.87	0.89
BP-BK	1.27	3.98	1.05	7.61	0.61
BP-C	1.27	2.97	1.12	7.22	0.61

Outro ponto importante a ser destacado é que, embora o produto marginal do trabalho não varie bruscamente ao longo do tempo, a utilização de alguns filtros pode indicar que o trabalho acompanha o ciclo, o que implica que tais ciclos podem não estar surgindo de choques de oferta, como sugere a teoria de ciclos reais, mas sim de choques nominais não antecipados. Mais uma vez, fica claro que o tipo de filtro utilizado implicará em diferentes sugestões de política, onde pode implicar, através da utilização do filtro TLM na necessidade de políticas de estabilização do produto, enquanto que, pelo filtro BN, os custos de

tais tipos de política devem ser contraproducentes.

As magnitudes dos desvios-padrão variam fortemente entre métodos de filtragem, como apresentado na Tabela 3, sobretudo no que se refere às séries de investimento e produtividade, que, por sua vez são séries cruciais para se averiguar o modelo de ciclos reais. Entretanto, séries que parecem apresentar ciclos de maior duração, como trabalho, apresentam uma volatilidade coerente entre métodos de filtragem.

No que se refere ao consumo, embora as correlações com o produto variem bruscamente entre filtros, a volatilidade das séries parece seguir uma certa constância entre séries, sendo mais volátil que o produto, o que é algo aparentemente contraditório com a perspectiva teórica, uma vez que sempre se espera que o consumo seja uma série sem grandes flutuações. Tal problema se torna ainda mais preocupante se compararmos tais resultados com os encontrados em outras economias como a americana, onde a volatilidade do consumo é sempre menor do que a do produto⁸. Uma possível explicação para tais fatos é uma elevada restrição ao crédito existente na economia brasileira, como sugerido por Ellery et alii (2000). Outra possibilidade de se explicar esse comportamento dos dados é a própria forma como a série de consumo é construída. Nesse sentido, no Brasil tal série é construída comumente através do resíduo das contas, o que explicaria em muito o fato de tal volatilidade ser tão constante e tão próxima da volatilidade do produto.

Ao observar a assimetria e a curtose dos ciclos obtidos por filtros distintos, é possível argumentar que os filtros TLM e BP-C geram séries sem excesso de curtose, ou seja, ciclos mais “achatados”

⁸ Canova (1998) estima tal estatística para a economia americana usando 12 filtros alternativos e em todas as estimativas a série de consumo foi menos volátil que o produto.

Tabela 4
Curtose

	Produto	Consumo	Investimento	Capital	Produtividade	Trabalho
HP	2.82	3.47	3.41	3.06	3.80	1.78
RB	2.64	3.09	3.35	4.10	2.18	2.55
PD	4.84	5.04	3.37	5.10	3.42	2.55
TLM	2.55	2.60	2.65	3.02	1.98	2.60
BN	3.23	4.97	3.76	30.47	6.98	2.51
BP-BK	3.78	4.25	3.92	4.51	3.21	2.25
BP-C	2.45	2.80	2.59	2.88	2.45	1.87

Tabela 5
Assimetria

	Produto	Consumo	Investimento	Capital	Produtividade	Trabalho
HP	0.66	0.75	0.67	0.48	-1.08	-0.11
RB	0.20	0.61	0.59	-0.51	0.01	0.27
PD	0.91	0.59	0.81	-0.77	0.89	0.27
TLM	0.42	0.44	-0.56	0.56	-0.71	0.44
BN	-0.22	-0.71	0.70	5.26	-2.06	0.25
BP-BK	0.80	0.98	0.92	0.91	-0.47	-0.09
BP-C	0.51	0.33	0.25	0.09	0.41	-0.13

que os gerados pelos outros filtros, enquanto os filtro de PD e BN geram ciclos com excesso de curtose, onde as séries de produto, consumo e capital parecem ser significativamente próximos da distribuição normal. No que se refere à comparação entre as séries é possível verificar que a série de capital é a que apresenta maior curtose, enquanto que a série de trabalho apresenta séries com menos curtose.

No que se refere à assimetria, é possível observar que filtros distintos apresentam assimetrias relevantemente distintas, onde, em determinados casos, alguns filtros indicam uma distribuição com assimetria à direita, enquanto que outras indicam assimetria à esquerda dos ciclos, notadamente nos casos das séries de investimento, capital e produtividade. No que se refere às estimativas relacionadas ao consumo e produto, os resultados apontam para uma assimetria na mesma direção, enquanto que no caso do trabalho as séries são menos assimétricas.

Ressalta-se que a despeito das elevadas correlações contemporâneas entre os filtros BP-BK, BP-C e HP, tanto a curtose quanto à assimetria das séries geradas são significativamente diferentes, sugerindo, assim, que ocorram significativas diferenças entre as correlações dinâmicas, como será visto mais adiante.

Com o fim de observar os efeitos da metodologia de filtragem das séries sobre a magnitude e a extensão de um choque sobre o produto conduziu-se à estimação de um VAR e a subsequente verificação dos impulsos-resposta correspondentes a partir das séries geradas por cada filtro para os dados brasileiros. Nesse contexto, uma única especificação correta do VAR em questão se torna algo de difícil de se apresentar tendo em vista que cada conjunto de dados obtido a partir de cada método de filtragem implicaria em uma especificação alternativa. Entretanto, o bom senso teórico nos conduz a uma ordenação em que a produtividade se apresente como menos dependente dos choques e o produto como maior dependente de todos os choques, diante da escolha aqui da decomposição de Cholesky. Nesse contexto, a ordenação seguiu-se por: produtividade, investimento, capital, trabalho, consumo e produto. O número de “lags” escolhido foi de quatro, uma vez que a escolha de cinco em diante viu-se impedida pela singularidade das matrizes.

Nessa altura, cabe salientar que, assim como destacado por Canova (1998), p.497, em estudos como o presente, onde o objetivo central é a comparação entre métodos alternativos de filtragem, e não a condução de previsões sobre o comportamento dos ciclos, a especificação do sistema VAR não se torna crucial, uma vez que mesmo que esta não esteja apropriadamente ordenada, os diversos métodos mantêm-se dispostos sob o mesmo quadro de observação, uma vez que todos os sistemas foram estimados na mesma especificação, independentemente do método

de filtragem abordado.

Por sua vez, ao analisarmos os impulsos-resposta gerados a partir das estimações de sistemas VAR obtidos com os dados sem a tendência por cada tipo de filtro, chegamos a um resultado aparentemente coerente entre filtros para todas as séries com exceção à série de produtividade. Nesse sentido ao observarmos as estatísticas apresentadas na Tabela 6 fica claro que o filtro HP gera séries cuja resposta a choques de produtividade são muito mais intensos e mais duradouros do que os obtidos a partir das séries obtidas a partir dos filtros RB, TLM e BN, por exemplo.

Tal resultado torna-se de extrema relevância teórica a partir do momento que a teoria dos ciclos reais afirma que choques de produtividade são os principais causadores dos ciclos econômicos. Nesse tocante, a observação de que tal efeito não é consensual entre métodos de filtragem quando considerados dados da economia brasileira, fica claro que outros fatores podem estar causando as flutuações da economia, o que, em última instância, implica que não se pode desconsiderar a possibilidade de que choques de demanda podem estar sendo determinantes para as flutuações econômicas à base de resultados obtidos a partir de dados sem tendência pelo filtro HP.

Assim, as estatísticas apresentadas nessa seção deixam claro que as propriedades dos ciclos, bem como o mecanismo de transmissão de um choque nas flutuações do produto, dependem do método de filtragem utilizado. Nesse sentido, uma vez que métodos diferentes de filtragem surgem de conceitos distintos de ciclos de negócios, estes implicam claramente em diferentes conjuntos de relações econômicas.

Tabela 6. Tamanho e local do cume da resposta do produto a um choque em cada variável*

Método	Consumo		Investimento		Trabalho		Capital		Produtividade	
	local	tamanho	local	tamanho	local	tamanho	local	tamanho	local	tamanho
HP	2	0,53	1	1,99	2	0,14	3	0,24	10	1,03
RB	2	0,56	1	0,41	2	0,20	2	2,82	3	0,04
PD	2	0,61	1	0,39	2	0,19	3	0,12	9	0,74
TLM	2	0,45	1	0,68	2	0,15	3	0,32	13	0,06
BN	4	0,17	4	0,10	2	0,08	5	0,08	4	0,10
BP-BK	2	0,47	1	0,54	2	0,12	3	0,35	9	0,54
BP-C	3	0,74	3	0,53	3	0,21	3	0,23	16	0,86

*Referentes ao primeiro cume, no caso da ocorrência de múltiplos cumes.

4.2 *Economia artificial versus economia real*

Uma vez que podemos observar que as propriedades dos ciclos da economia brasileira variam drasticamente a partir da utilização de cada método de filtragem, torna-se necessário averiguar se a aderência de modelos teóricos à realidade, especialmente do modelo de ciclos reais, variam de acordo com métodos de filtragem distintos.

Nesse sentido, os parâmetros da economia brasileira são aplicados ao modelo teórico apresentado na seção 2, de forma a simular uma economia artificial a partir do modelo, e, em seguida, os diversos filtros são aplicados aos resultados e à economia real, tornando possível as comparações.

Assim, o primeiro parâmetro a ser calibrado é a participação do capital no produto sendo calculado, a partir das séries do IBGE, o valor de 0.54. Entretanto, existe a discussão de que as séries do IBGE superestimem tal parâmetro ao considerarem que a renda de trabalhadores conta-própria e de empresários como renda de capital, de forma que tal parâmetro é calculado por Gomes et alii (2003) de uma forma alternativa, alcançando 0.40. Porém, escolhemos utilizar o valor oficial uma vez que não é possível determinar um valor “indiscutível” para tal parâmetro dada a falta de dados mais exatos. Ao mesmo tempo, a taxa de depreciação trimestral foi estimada em 0.0223. A partir destes dois parâmetros é possível calibrar a taxa de desconto intertemporal, sendo esta dada por 0.94.

Seguindo as séries do IBGE temos, ao mesmo tempo, que a razão investimento-produto é dada por 0.2283 em média. Assim, dada esta razão, os parâmetros já calibrados, e assumindo que os agentes gastam 31% do seu tempo trabalhando, como sugere Ellery et alii (2000), calculamos a desutilidade do trabalho

sendo este igual a 1.3269. O parâmetro $\phi = 1.7251$ é calculado a partir de (12) novamente considerando-se $h^* = 31\%$.

Por fim, torna-se necessário estimar os parâmetros que guiarão os choques tecnológicos. Para tanto, a partir da estimação do resíduo de Solow para o período utilizando-se a mesma metodologia aplicada por Cooley e Prescott (1995), de forma que alcançamos o valor 0.97 para o parâmetro ρ , enquanto que o desvio-padrão do choque estimado para o conjunto de dados utilizado, foi de 0.005.

Dessa forma, são obtidos os valores da economia simulada, que são dispostos em base comparativa com os valores da economia real a partir das correlações contemporâneas e defasadas, de acordo com o disposto na Tabela 7 em anexo. Destes resultados é possível observar que as correlações contemporâneas obtidas a partir da economia simulada no que se refere à produtividade são superiores às obtidas da economia real⁹, o que demonstra que o modelo teórico superestima o efeito dos choques de produtividade sobre os ciclos econômicos.

Por outro lado, as correlações contemporâneas entre capital e produto são maiores em todos os filtros para a economia real em relação à economia simulada, de forma que o estoque de capital acompanha o ciclo de forma mais próxima do que o sugerido pelo modelo teórico. Nas demais variáveis observa-se que o consumo apresenta correlações contemporâneas elevadas tanto no que se refere à economia simulada, quanto ao que se refere à economia real.

Entretanto, a análise da aderência do modelo no que se refere às defasagens torna a comparação mais complexa, uma vez que similitudes e diferenças entre as economias real e artificial se

⁹ Com exceção do BN.

revezam contudentemente em diversas variáveis nos mesmos filtros. Dessa forma, para se analisar a aderência do modelo à realidade sugere-se aqui uma estatística de comparação, sendo esta dada pela soma do quadrado das diferenças entre as correlações das economias real e simulada dividida pelas variâncias do quadrado das diferenças, de forma que, quanto maior for tal estatística, menos aderente é o modelo à realidade. Sob esse aspecto Watson (1993) sugere uma medida de ajustamento de resultados de modelos de ciclos reais e a economia, porém o objetivo proposto aqui é o teste de hipótese da aderência destas duas medidas.

Tabela 8. Aderência dos modelos RBC à economia brasileira

Modelo RBC padrão							
	HP	RB	PD	TLM	BN	BP-BK	BP-C
Produtividade	24.72	56.01	57.44	91.57	177.45	232.26	346.07
Consumo	27.71	210.25	209.34	27.72	57.85	59.61	38.72
Investimento	23.41	201.80	124.95	50.40	39.36	372.63	238.72
Capital	33.47	97.02	54.51	19.71	26.31	22.09	18.74
Trabalho	20.05	260.27	92.93	157.82	40.91	344.47	366.18
Soma	129.37	825.35	539.17	347.20	341.88	1031.07	1008.43
Modelo RBC com trabalho indivisível							
	HP	RB	PD	TLM	BN	BP-BK	BP-C
Produtividade	25.37	54.90	79.93	41.00	173.77	349.06	218.04
Consumo	27.99	85.20	271.42	42.81	57.21	71.66	45.41
Investimento	22.80	81.75	110.66	53.33	13.49	364.50	243.16
Capital	35.81	163.30	57.56	17.56	26.33	23.18	19.09
Trabalho	19.90	90.76	92.53	143.53	14.85	337.67	352.36
Soma	131.88	475.91	612.11	298.23	285.65	1146.09	878.05

Os resultados do teste de aderência estão dispostos na Tabela 8. Ao comparar a aderência do modelo a partir de cada método de filtragem, é possível observar que a aderência do modelo à realidade varia drasticamente entre métodos de filtragem alternativos, onde a utilização do filtro HP implica em um resultado

que concluirá em uma maior aderência entre o modelo teórico de ciclos reais e a realidade, enquanto que a utilização dos filtros BP-BK e BP-C implica um resultado que concluirá em uma menor aderência entre o modelo de ciclos reais e a realidade. Nesse tocante, como observado anteriormente, parece ocorrer uma divergência do modelo à realidade a partir da utilização de tais filtros no que se refere às defasagens, dada uma formação de assimetrias amplamente distinta do HP.

A partir da tabela 8, comparando-se os dois modelos, verifica-se que a melhor aderência continua a ocorrer com o filtro HP, enquanto a pior ocorre com filtro BP-BK. Entretanto, na maior parte dos casos a utilização do modelo de trabalho indivisível aumenta a aderência em conjunto. Na análise por variável, os resultados são mistos, porém, destaca-se a melhora na aderência nas séries de trabalho quando utilizado o modelo de trabalho indivisível, corroborando então com a visão de que, embora o produto marginal do trabalho não varie drasticamente com o ciclo, o trabalho pode variar dada a sua indivisibilidade, sendo este então um componente importante para explicar as correlações entre trabalho e produto durante o ciclo.

Entretanto, a questão que pode ser levantada é: até que ponto as diferenças na aderência das séries apresentou-se como estatisticamente significativa? Nesse sentido, a fim de responder a tal pergunta, duas distribuições de probabilidade para a estatística sugerida foram construídas a partir de simulações Monte-Carlo. Nesse contexto, considerou-se inicialmente que as diferenças das correlações do modelo real e do artificial tem uma distribuição normal truncada entre -2 e 2 , e, em seguida, que a diferença das correlações tem distribuição uniforme entre -2 e 2 . Nesse ponto, o cálculo das estatísticas foi conduzido para ambos os casos, e o processo repetido em 10.000 vezes. A partir dos resultados das simulações obteve-se como valor crítico a 5% de significância

15,35 para a estatística construída assumindo a normal truncada como distribuição de probabilidades das diferenças e 15,10 para a distribuição uniforme como distribuição de probabilidades das diferenças. Tal proximidade entre os valores críticos parece testemunhar a favor da confiabilidade da estatística, uma vez que, mesmo assumindo distribuições de probabilidade distintas, os valores críticos encontrados permaneceram próximos.

Nesse sentido, dados tais valores críticos, uma nova observação à tabela 8 nos leva a conclusão que a um nível de 5% de confiança não se pode rejeitar a hipótese de que os modelos RBC, tanto o tradicional, quanto o com trabalho indivisível, não aderem à realidade observada no Brasil na década de 90, quaisquer que sejam as séries analisadas. Tal resultado corrobora com o encontrado por Ellery et alii (2000) e Val e Ferreira (2002).

5 Considerações Finais e Implicações para a Prática Macroeconômica

O objetivo central deste trabalho foi examinar as propriedades dos ciclos de negócios da economia brasileira a partir da aplicação de métodos variados de filtragem das séries. Nesse sentido, diversas estatísticas são documentadas a fim de se comparar os resultados com relação a cada filtro distinto. Tais estatísticas demonstram que as séries resultantes da aplicação dos filtros são completamente distintas conforme o filtro usado, e a análise sobre as flutuações da economia é, não apenas diferente, como muitas vezes contraditória.

Um exemplo de contradição entre os resultados advém das funções impulsos-resposta obtidas a partir de sistemas VAR para as séries geradas por cada tipo de filtro. Os resultados seguidos

dessa análise demonstram, por exemplo, que os choques de produtividade lideram os ciclos econômicos quando utilizado o filtro HP, o que não ocorre quando se utiliza outros filtros, como o RB, ou o TLM, por exemplo.

Ademais, comparações entre uma economia artificial gerada a partir do modelo padrão de ciclos reais, e a economia real são praticadas. Dessas comparações, bem como das estatísticas apresentadas anteriormente, cinco conclusões para a prática macroeconômica podem ser destacadas, como segue:

- i) A volatilidade relativa do consumo com relação ao produto apresentou-se extremamente elevada para todos os filtros analisados, o que pode sugerir que a hipótese de renda permanente pode não ser válida para a economia brasileira.
- ii) O trabalho parece acompanhar as flutuações econômicas, o que não ocorre com o produto marginal do trabalho, o que sugere que os ciclos econômicos podem não estar se originando de choques de oferta, mas sim de choques de demanda não antecipados. Mais uma vez, fica claro que o tipo de filtro utilizado implicará em diferentes sugestões de política, onde pode implicar, através da utilização do filtro TLM na necessidade de políticas de estabilização, enquanto que, pelo filtro BN, os custos de tais tipos de política devem ser contraproducentes. Nesse tocante, a observação das correlações do produto com o trabalho na economia artificial gerada a partir do modelo de trabalho indivisível suporta que a indivisibilidade do trabalho vem a ser um componente importante na explicação das flutuações do trabalho.
- iii) A produtividade aparenta um comportamento pró-cíclico com o produto, embora muito inferior ao sugerido pela teoria de ciclos reais. Tal resultado sugere que a demanda de trabalho desloca-se em resposta a variações na função de produção da economia, que é um resultado importante so-

bre o funcionamento do mercado de trabalho durante as flutuações.

- iv) Comparando-se os modelos de trabalho divisível e trabalho indivisível verifica-se que a melhor aderência se dá quando da utilização do filtro HP. Entretanto, na maior parte dos casos a utilização do modelo de trabalho indivisível aumenta a aderência em conjunto, destacando-se a melhora na aderência nas séries de trabalho, independentemente do filtro.
- v) A aderência do modelo de ciclos reais à realidade depende crucialmente do método de filtragem a ser utilizado. Nesse sentido, o filtro HP apresentou resultados que implicam em uma aderência maior do modelo teórico, enquanto que os demais filtros implicam em uma divergência da realidade à teoria. Por outro lado, seguindo a estatística de aderência sugerida aqui, a um nível de significância de 5%, nenhuma das séries adere à realidade tanto no modelo tradicional, quanto no modelo com trabalho indivisível, mesmo quando utilizado o filtro HP.

Assim, embora o número de conclusões sugeridas pelo presente trabalho pareçam ser vastas, os resultados alcançados parecem ser modestos em frente do problema metodológico sob qual o texto visa tratar. De fato, embora fique claro que os métodos de filtragem produzem resultados diferentes e contraditórios sobre os ciclos econômicos, o critério para se escolher o tipo de filtro a ser usado permanece em aberto. De fato a maior lição que o artigo busca apresentar é que a escolha de um método de filtragem para estudos da macroeconomia brasileira não é uma etapa da metodologia insignificante sobre os resultados.

Referências bibliográficas

- Baxter, M. (1991). Business cycles, stylized facts and the exchange rate regime: Evidence from the United States. *Journal of International Money and Finance*, 10:71–88.
- Baxter, M. & King, R. (1995). Measuring business cycles: Approximate band-pass filters for economic time series. NBER Working Paper no. 5022.
- Baxter, M. & Stockman, A. (1989). Business cycles and exchange rate regime: Some international evidence. *Journal of Monetary Economics*, 23:377–400.
- Beveridge, S. & Nelson, C. (1981). A new approach to decomposition of economic time series into permanent and transitory components with particular attention to measurement of the business cycle. *Journal of Monetary Economics*, 7:151–174.
- Blackburn, K. & Ravn, M. O. (1992). Business cycle in the UK: Facts and fictions. *Economica*, 59:383–401.
- Blanchard, O. J. & Fisher, S. (1989). *Lectures on Macroeconomics*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Blanchard, O. J. & Quah, D. (1989). The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances. *The American Economic Review*, 79(4):655–673.
- Canova, F. (1998). Detrending and business cycle facts. *Journal of Monetary Economics*, 41:475–512.
- Christiano, L. J. & Fitzgerald, T. (1999). The band pass filter. Working Paper 9906. Federal Reserve Bank of Cleveland. <http://www.clev.frb.org>.
- Christodoulakis, N., Dimelis, S., & Kollintzas, T. (1995). Comparisons of business cycles in the EC: Idiosyncracies and regularities. *Economica*, 62:1–27.
- Cogley, T. & Nason, J. (1995). Effects of the HP filter on integrated series. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19:253–278.

- Cooley, T. & Prescott, E. (1995). Economic growth and business cycle. In Coogley, T., editor, *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton University Press.
- Dellas, H. (1993). Stabilization policies and long term growth: Are they related? University of Maryland, manuscript.
- Ellery, R., Gomes, V., & Sachsida, A. (2000). Business cycle fluctuations in Brazil. In *Encontro Nacional de Economia da ANPEC*.
- Englund, P., Persson, T., & Svensson, L. (1992). Swedish business cycles: 1861-1988. *Journal of Monetary Economics*, 30:343–371.
- Fiorito, R. & Kollintzas, T. (1994). Stylized facts of business cycles in the G7 from a real business cycle perspective. *European Economic Review*, 38:235–269.
- Gomes, V., Pessoa, S., & Veloso, F. (2003). Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: Uma análise comparativa. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 33:389–434.
- Hamilton, J. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica*, 57:357–384.
- Hansen, G. D. (1985). Indivisible labor and the business cycle. *Journal of Monetary Economics*, 16:309–327.
- Hansen, G. D. & Prescott, E. C. (1995). Recursive methods for computing equilibria of business cycle models. In Cooley, T. F. & Prescott, E. C., editors, *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton University Press.
- Harvey, A. C. & Jaeger, A. (1993). Detrending, stylized facts and business cycle. *Journal of Applied Econometrics*, 8:216–237.
- Hodrick, R. & Prescott, E. (1980). Post-war U.S. business cycles: An empirical investigation. Carnegie Mellon University, manuscript.
- King, R., Plosser, C., & Rebelo, S. (1988). Production, growth and business cycles: I. The basic neoclassical model. *Journal*

- of Monetary Economics*, 31:195–232.
- King, R. & Rebelo, S. (1993). Low filtering and the business cycles. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 17:207–231.
- Kydland, F. E. & Prescott, E. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50:1345–70.
- Kydland, F. E. & Prescott, E. (1990). Business cycle: Real facts and monetary myth. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Spring:3–18.
- Long, J. B. & Plosser, C. I. (1983). Real business cycle. *Journal of Political Economy*, 91:39–69.
- Nelson, C. & Kang, H. (1981). Spurious periodicity in inappropriately detrended time series. *Journal of Monetary Economics*, 10:129–162.
- Nelson, C. & Plosser, C. (1982). Trends and random walks in macroeconomic time series. *Journal of Monetary Economics*, 10:139–162.
- Quah, D. (1992). The relative importance of permanent and transitory components: Identification and some theoretical bounds. *Econometrica*, 60:107–118.
- Singleton, K. (1988). Econometric issues in the analysis of equilibrium business cycle models. *Journal of Monetary Economics*, 21:361–386.
- Val, P. R. & Ferreira, P. C. (2002). Modelos de ciclos reais de negócios aplicados à economia brasileira. *Ensaio Econômico da EPGE* 438.
- Watson, M. (1986). Univariate detrending methods with stochastic trends. *Journal of Monetary Economics*, 18:49–75.
- Watson, M. (1993). Measures of fit for calibrated models. *Journal of Political Economy*, 101:1001–41.

ANEXO Tabela 7. Correlações entre as variáveis em (T) e o produto em $(T + J)$ por tipos de filtro, para as economias real e simulada

		(-5)	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	1	2	3	4	5
TLM												
Economia Real												
	Produtividade	0.25	0.26	0.38	0.54	0.55	0.54	0.48	0.33	0.11	-0.10	-0.24
	Consumo	0.13	0.11	0.27	0.54	0.82	0.91	0.66	0.32	0.11	-0.02	-0.05
	Investimento	0.02	-0.05	0.18	0.50	0.70	0.72	0.51	0.30	0.22	0.10	-0.07
	Capital	-0.29	-0.17	0.13	0.51	0.75	0.72	0.54	0.42	0.37	0.41	0.44
	Trabalho	0.17	0.16	0.31	0.56	0.75	0.81	0.69	0.56	0.47	0.37	0.23
Modelo RBC Padrão												
	Produtividade	0.85	0.89	0.90	0.91	0.90	0.88	0.72	0.54	0.33	0.10	-0.09
	Consumo	0.92	0.92	0.91	0.88	0.83	0.76	0.59	0.39	0.16	-0.07	-0.25
	Investimento	-0.17	-0.05	0.07	0.21	0.41	0.67	0.67	0.71	0.78	0.74	0.65
	Capital	0.93	0.89	0.84	0.77	0.65	0.49	0.33	0.13	-0.11	-0.32	-0.46
	Trabalho	-0.32	-0.24	-0.13	0.01	0.13	0.33	0.41	0.54	0.71	0.73	0.73
Modelo RBC c/Trabalho Indivisível												
	Produtividade	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.96	0.95	0.94	0.92	0.91
	Consumo	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.95	0.94	0.93	0.91
	Investimento	0.70	0.74	0.78	0.81	0.85	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88	0.87
	Capital	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87
	Trabalho	0.46	0.51	0.56	0.60	0.66	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72

continuação da Tabela 7

		(-5)	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	1	2	3	4	5
Primeira Diferença												
Economia Real												
	Produtividade	-0.19	0.14	0.25	0.10	0.11	0.35	0.31	0.22	0.20	0.02	-0.26
	Consumo	-0.23	-0.20	-0.13	-0.19	0.37	0.84	0.17	-0.27	-0.16	-0.21	-0.15
	Investimento	-0.10	-0.20	-0.01	-0.01	0.28	0.54	-0.06	-0.28	0.13	0.19	-0.11
	Capital	-0.13	-0.32	-0.11	0.28	0.64	0.29	-0.09	-0.10	-0.22	-0.10	0.24
	Trabalho	0.00	-0.24	-0.20	0.01	0.34	0.51	0.06	-0.04	0.03	-0.02	-0.07
Modelo RBC Padrão												
	Produtividade	0.18	0.23	0.20	0.09	0.09	0.98	-0.02	0.06	0.16	0.17	0.02
	Consumo	0.27	0.27	0.22	0.14	0.08	0.93	-0.03	0.07	0.15	0.15	-0.02
	Investimento	0.02	0.10	0.08	-0.02	-0.11	0.96	-0.05	-0.01	0.20	0.20	0.01
	Capital	0.38	0.39	0.33	0.43	0.55	0.05	0.05	0.14	0.02	-0.12	-0.04
	Trabalho	0.19	-0.10	0.01	0.18	-0.16	0.31	-0.05	0.00	0.19	-0.03	0.02
Modelo RBC c/Trabalho Indivisível												
	Produtividade	0.13	0.23	0.28	0.15	0.20	0.89	0.02	0.02	0.13	0.05	-0.03
	Consumo	0.12	0.22	0.27	0.13	0.17	0.91	0.01	0.01	0.13	0.06	-0.03
	Investimento	-0.11	-0.01	0.07	-0.11	-0.09	0.98	-0.02	-0.04	0.12	0.06	-0.04
	Capital	0.36	0.38	0.35	0.40	0.45	0.06	0.06	0.08	0.03	0.00	0.01
	Trabalho	-0.12	-0.03	0.05	-0.13	-0.11	0.97	-0.02	-0.05	0.12	0.06	-0.04

continuação da Tabela 7

		(-5)	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	1	2	3	4	5
BN												
Economia Real												
	Produtividade	0.12	0.15	0.12	0.13	0.22	0.52	0.17	-0.28	-0.40	-0.22	0.08
	Consumo	0.03	-0.13	-0.18	-0.28	0.07	0.71	0.65	0.02	-0.32	-0.31	-0.26
	Investimento	-0.21	0.24	0.29	0.07	0.09	-0.27	-0.70	-0.11	0.45	0.18	-0.05
	Capital	0.01	-0.25	-0.40	0.14	0.79	0.48	-0.02	-0.13	-0.34	-0.32	-0.01
	Trabalho	-0.23	0.05	0.14	0.27	0.04	-0.42	-0.55	-0.14	0.05	0.14	0.21
Modelo RBC Padrão												
	Produtividade	0.30	0.37	0.33	0.29	0.24	0.18	0.02	-0.16	-0.23	-0.28	-0.35
	Consumo	0.29	0.33	0.33	0.27	0.15	0.08	-0.07	-0.28	-0.36	-0.36	-0.37
	Investimento	0.00	0.06	0.03	0.03	0.02	0.13	0.06	-0.01	-0.07	-0.04	-0.06
	Capital	-0.38	-0.37	-0.41	-0.40	-0.31	-0.20	0.00	0.16	0.28	0.40	0.40
	Trabalho	-0.07	0.06	0.09	0.10	0.18	0.15	0.14	0.12	0.13	0.06	-0.03
Modelo RBC c/Trabalho Indivisível												
	Produtividade	0.28	0.37	0.33	0.29	0.24	0.18	0.02	-0.16	-0.23	-0.28	-0.35
	Consumo	0.27	0.33	0.33	0.27	0.15	0.08	-0.07	-0.28	-0.36	-0.36	-0.37
	Investimento	0.11	0.38	0.55	0.65	0.74	0.80	0.60	0.45	0.30	0.13	-0.07
	Capital	-0.38	-0.37	-0.41	-0.40	-0.31	-0.20	0.00	0.16	0.28	0.40	0.40
	Trabalho	-0.16	0.15	0.33	0.46	0.56	0.72	0.56	0.51	0.43	0.26	0.05

continuação da Tabela 7

		(-5)	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	1	2	3	4	5
BP-BK												
Economia Real												
	Produtividade	-0.04	0.10	0.19	0.27	0.40	0.54	0.59	0.48	0.24	-0.07	-0.36
	Consumo	-0.07	-0.14	-0.05	0.21	0.66	0.88	0.52	0.06	-0.16	-0.26	-0.19
	Investimento	-0.48	-0.37	-0.07	0.24	0.61	0.74	0.42	0.16	0.21	0.16	-0.10
	Capital	-0.35	-0.25	0.11	0.59	0.86	0.68	0.31	0.06	-0.06	0.02	0.16
	Trabalho	0.05	0.10	0.21	0.42	0.65	0.71	0.53	0.37	0.31	0.25	0.13
Modelo RBC Padrão												
	Produtividade	0.19	0.34	0.41	0.53	0.71	0.96	0.58	0.34	0.20	0.11	-0.03
	Consumo	0.39	0.51	0.57	0.64	0.73	0.81	0.47	0.25	0.11	0.02	-0.10
	Investimento	-0.20	-0.04	0.04	0.20	0.49	0.95	0.63	0.42	0.31	0.24	0.10
	Capital	0.65	0.67	0.67	0.63	0.50	0.25	0.08	-0.03	-0.12	-0.18	-0.21
	Trabalho	-0.25	-0.10	-0.01	0.15	0.45	0.92	0.62	0.42	0.32	0.26	0.12
Modelo RBC c/Trabalho Indivisível												
	Produtividade	0.33	0.46	0.52	0.61	0.72	0.86	0.49	0.26	0.12	0.02	-0.10
	Consumo	0.33	0.47	0.53	0.61	0.72	0.86	0.49	0.26	0.12	0.03	-0.10
	Investimento	-0.20	-0.04	0.04	0.20	0.49	0.95	0.62	0.41	0.30	0.23	0.09
	Capital	0.64	0.67	0.67	0.62	0.49	0.23	0.06	-0.05	-0.13	-0.20	-0.22
	Trabalho	-0.25	-0.10	-0.02	0.14	0.45	0.93	0.61	0.42	0.31	0.25	0.11

continuação da Tabela 7

		(-5)	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	1	2	3	4	5
BP-C												
Economia Real												
	Produtividade	-0.38	-0.12	0.11	0.32	0.50	0.60	0.64	0.60	0.44	0.18	-0.06
	Consumo	-0.13	-0.26	-0.12	0.29	0.77	0.93	0.69	0.22	-0.18	-0.29	-0.12
	Investimento	-0.70	-0.63	-0.29	0.22	0.68	0.82	0.64	0.33	0.08	0.00	0.01
	Capital	-0.64	-0.54	-0.13	0.43	0.85	0.85	0.53	0.17	0.01	0.11	0.30
	Trabalho	-0.20	-0.16	0.03	0.33	0.64	0.75	0.69	0.53	0.39	0.33	0.32
Modelo RBC Padrão												
	Produtividade	0.03	0.17	0.41	0.71	0.94	0.97	0.79	0.46	0.10	-0.15	-0.28
	Consumo	0.26	0.42	0.63	0.83	0.93	0.85	0.60	0.25	-0.07	-0.30	-0.40
	Investimento	-0.32	-0.23	0.02	0.40	0.77	0.97	0.92	0.68	0.36	0.10	-0.03
	Capital	0.70	0.82	0.85	0.75	0.51	0.19	-0.12	-0.35	-0.48	-0.53	-0.53
	Trabalho	-0.38	-0.29	-0.03	0.35	0.73	0.95	0.92	0.69	0.39	0.13	0.00
Modelo RBC c/Trabalho Indivisível												
	Produtividade	0.20	0.35	0.57	0.80	0.94	0.89	0.65	0.30	-0.04	-0.28	-0.38
	Consumo	0.20	0.35	0.58	0.81	0.94	0.89	0.64	0.30	-0.04	-0.27	-0.38
	Investimento	-0.33	-0.24	0.02	0.40	0.77	0.97	0.92	0.67	0.35	0.09	-0.04
	Capital	0.70	0.82	0.85	0.74	0.50	0.18	-0.13	-0.36	-0.49	-0.53	-0.53
	Trabalho	-0.38	-0.30	-0.04	0.34	0.73	0.95	0.93	0.70	0.39	0.13	-0.01

continuação da Tabela 7

		(-5)	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	1	2	3	4	5
RB												
Economia Real												
	Produtividade	-0.11	0.11	0.16	-0.10	-0.39	0.33	0.26	0.02	0.41	0.25	0.03
	Consumo	-0.14	-0.16	-0.13	-0.14	0.42	0.72	0.10	-0.01	-0.05	-0.26	-0.15
	Investimento	-0.16	-0.21	-0.03	-0.18	0.33	0.48	-0.07	-0.04	0.23	-0.03	-0.20
	Capital	-0.15	-0.41	0.08	0.18	0.57	0.29	0.06	0.04	-0.26	-0.01	0.10
	Trabalho	-0.01	-0.02	-0.18	-0.05	0.29	0.44	0.07	0.20	0.08	-0.06	-0.06
Modelo RBC Padrão												
	Produtividade	0.18	0.23	0.20	0.09	0.09	0.98	-0.02	0.06	0.16	0.17	0.02
	Consumo	0.27	0.27	0.22	0.14	0.08	0.93	-0.03	0.07	0.15	0.15	-0.02
	Investimento	-0.22	0.01	0.08	-0.19	0.37	0.16	-0.06	-0.04	0.22	0.18	-0.27
	Capital	0.19	0.17	0.04	0.01	0.96	-0.10	0.01	0.22	0.11	-0.03	-0.07
	Trabalho	0.19	-0.12	0.14	0.13	-0.01	0.38	-0.06	0.13	0.24	-0.02	-0.05
Modelo RBC c/Trabalho Indivisível												
	Produtividade	-0.15	-0.05	0.04	-0.13	-0.10	0.96	0.00	-0.04	0.13	0.07	-0.03
	Consumo	-0.14	-0.04	0.04	-0.12	-0.10	0.96	-0.02	-0.05	0.12	0.07	-0.03
	Investimento	-0.13	-0.02	0.06	-0.11	-0.08	0.97	0.00	-0.03	0.14	0.08	-0.02
	Capital	-0.04	0.04	-0.13	-0.12	0.96	0.00	-0.04	0.15	0.07	-0.02	-0.02
	Trabalho	-0.19	-0.09	-0.01	-0.18	-0.16	0.92	-0.03	-0.07	0.11	0.05	-0.04

continuação da Tabela 7

		(-5)	(-4)	(-3)	(-2)	(-1)	0	1	2	3	4	5	
HP													
Economia Real													
	Produtividade	0.53	0.46	0.32	0.12	-0.12	0.60	0.59	0.49	0.31	0.05	-0.19	
	Consumo	0.72	0.32	0.03	-0.12	-0.09	0.90	0.56	0.13	-0.12	-0.23	-0.17	
	Investimento	0.64	0.30	-0.06	-0.35	-0.40	0.74	0.45	0.21	0.25	0.18	-0.04	
	Capital	0.87	0.59	0.04	-0.31	-0.32	0.74	0.43	0.18	0.03	0.06	0.18	
	Trabalho	0.66	0.41	0.12	-0.02	0.04	0.73	0.56	0.39	0.29	0.18	0.05	
Modelo RBC Padrão													
	Produtividade	0.19	0.34	0.49	0.60	0.76	0.95	0.64	0.39	0.22	0.04	-0.11	
	Consumo	0.35	0.48	0.59	0.67	0.76	0.85	0.54	0.30	0.13	-0.04	-0.18	
	Investimento		-0.25	-0.11	0.09	0.27	0.55	0.94	0.69	0.50	0.38	0.23	0.08
	Capital	0.69	0.73	0.70	0.64	0.50	0.26	0.08	-0.07	-0.19	-0.28	-0.32	
	Trabalho	-0.31	-0.17	0.02	0.21	0.50	0.91	0.68	0.50	0.39	0.25	0.11	
Modelo RBC c/Trabalho Indivisível													
	Produtividade	0.30	0.45	0.58	0.66	0.76	0.85	0.52	0.27	0.09	-0.07	-0.20	
	Consumo	0.28	0.43	0.57	0.65	0.76	0.87	0.52	0.26	0.09	-0.08	-0.21	
	Investimento	-0.27	-0.11	0.08	0.26	0.55	0.96	0.69	0.49	0.37	0.21	0.05	
	Capital	0.66	0.71	0.70	0.64	0.50	0.24	0.04	-0.11	-0.23	-0.29	-0.31	
	Trabalho	-0.31	-0.16	0.03	0.20	0.51	0.93	0.69	0.50	0.38	0.23	0.07	